



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Bilderfassungsvorrichtung zur Verwendung bei der Observierung bzw. Messung von winzigen Strukturen bzw. Miniaturstrukturen oder einer dreidimensionalen Struktur einer Probe.

Ein Nipkow-ähnliches konfokales Mikroskop, welches eine sogenannte Nipkow-Scheibe mit vielen Pinholes bzw. Stifflöchern verwendet, welche in einer Spirale mit einer gleichmäßigen Steigung angeordnet sind, ist allgemein als ein konfokales Mikroskop bekannt, welches eine Art einer Bilderfassungsvorrichtung ist.

Das konfokale Mikroskop erhält ein konfokales Bild einer Probe, indem optisch eine Probe abgetastet wird, während die Nipkow-Scheibe mittels eines Motors rotiert.

Dementsprechend werden, falls ein konfokales Bild einer Probe von einer CCD-Kamera aufgenommen wird, etc., Hell-Dunkel Streifenringe bzw. Fransen in dem aufgenommenen Bild aufgrund des ungleichmäßigen Abtastens vorliegen, es sei denn der Abtastzyklus der Scheibe wird mit dem Bildaufnahmezyklus der CCD-Kamera synchronisiert.

Um dieses Problem zu lösen, offenbart beispielsweise die japanische Patentanmeldung KOKAI mit der Veröffentlichungsnummer 9-297267 eine motorgesteuerte Vorrichtung für ein konfokales Mikroskop.

Fig. 1 zeigt eine schematische Struktur der motorgesteuerten Vorrichtung. Eine Extraktionsschaltung 2 für ein vertikales Synchronsignal bzw. Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung extrahiert ein vertikales Synchronsignal bzw. von einem NTSC-(National Television System Committee)-ähnlichen Signal, welches von einer CCD-Kamera 1 ausgegeben wird. Eine Frequenzvervielfacherschaltung 3 vervielfacht bzw. multipliziert das vertikale Synchronsignal und erzeugt ein Steuerungssignal für eine Motorantriebsschaltung 4. Die Motorantriebsschaltung 4 treibt einen Motor mit einer Geschwindigkeit an, welches dem Steuerungssignal entspricht. Dadurch wird die Scheibengeschwindigkeit zum Abtasten der Oberfläche der Probe mit dem Bildaufnahmezyklus der CCD-Kamera 1 synchronisiert.

Da diese Motorsteuerungsvorrichtung die Drehung des Motors 5 unter Verwendung des NTSC-Signals von der CCD-Kamera 1 steuern kann, und zwar selbst wenn das NTSC-Signal fluktuiert, kann die Drehung des Motors 5 gemäß dem NTSC-Signal synchronisiert werden.

Die japanische Patentanmeldung KOKAI mit Veröffentlichungsnummer 9-80315 offenbart eine andere Vorrichtung zum Lösen des Problems aufgrund der ungleichmäßigen Abtastung. Bei dieser Vorrichtung sind Abtaststarterfassungspinholes an anfänglichen Punkten bzw. Anfangspunkten der Abtastspur der Scheibe vorgesehen. Ein Photodetektor konvertiert photoelektrisch Licht, welches durch die Abtaststarterfassungspinholes hindurchgehen, wobei Synchronisationsmittel ein Triggersignal für eine Bildaufnahmevorrichtung produzieren. Dadurch wird der Abtastzyklus mit dem Bildaufnahmezyklus synchronisiert, um die Probleme des nicht gleichmäßigen bzw. ungleichmäßigen Abtastens zu lösen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Struktur dieser Vorrichtung. Eine Abtastscheibe (Nipkow-Scheibe bei diesem Beispiel) 7 weist, wie in Fig. 3 gezeigt ist, Abtastspuren 13 (welche durch die Schraffierung gekennzeichnet sind) auf, welche mit vielen Pinholes, beispielsweise einer herkömmlichen Nipkow-Scheibe, versehen sind, wobei die Abtaststarterfassungspinholes 14 auf einem Umfangsbereich der Abtastspuren 13 bei den Abtaststartpunkten angeordnet sind. Eine Photodiode 8, welche als ein Photodetektor herangezogen wird bzw. dient, wird beispielsweise an einer Stelle angeordnet, um so das Licht, welches durch die Ab-

taststarterfassungspinholes 14 hindurchtritt, aufzunehmen. Eine Strom-/Spannungskonverterschaltung 9 konvertiert einen von der Photodiode 8 erzeugten Strom in eine Spannung. Eine Spannungsvergleichsschaltung 10 vergleicht ein Signal von der Strom-/Spannungskonverterschaltung 9 mit einer Referenzspannung 11 und digitalisiert die Größe der Signalspannung. Das resultierende Digitalsignal wird an eine extern verbundene Bildaufnahmevorrichtung 12 als ein Bildsynchronsignal (ein Triggersignal) ausgegeben.

Bei der oben genannten Struktur wird einfallendes Licht 6 auf die Oberfläche der Nipkow-Scheibe 7 gestrahlt. In diesem Fall wird der Durchmesser  $r$  eines Strahls von einfallendem Licht 6 so vorgegeben bzw. gesetzt, daß das Licht 6 sowohl die Abtastspuren 13 als auch die Abtaststarterfassungspinholes 14 beleuchten kann. In diesem Zustand bzw. Stadium wird die Nipkow-Scheibe 7 gedreht, und das einfallende Licht, welches durch die Abtastspur 13 hindurchgetreten ist, tastet die Probe in einem Mehrfachpunkt-Abtastmodus ab. Andererseits wird das einfallende Licht, welches durch die Abtaststarterfassungspinholes 14 von der Photodiode 8 aufgenommen, wenn jedesmal die Abtaststarterfassungspinholes über die Photodiode 8 hinübergeführt wird.

In diesem Fall variiert der Ausgangsstrom von der Photodiode 8 in einer pulsierenden Art bzw. Weise. Die Veränderung im Strom wird in eine Spannung in der Strom-/Spannungsumwandlungsschaltung 9 konvertiert bzw. umgewandelt. Ein Spannungssignal von der Umwandlungsschaltung 9 wird zu der Spannungsvergleichsschaltung 10 eingegeben und mit einer vorgegebenen Referenzspannung 11 verglichen. Dadurch wird ein Signal einer Spannungspulssequenz mit dem Zyklus, welcher mit dem Abtastzyklus synchron ist, ausgegeben. Dieses Pulssequenzsignal wird zu der externen Bildaufnahmevorrichtung 12 als ein Triggersignal ausgegeben. Dadurch kann der Rotationszyklus der Nipkow-Scheibe 7 mit dem Bildzyklus der Bildaufnahmevorrichtung 12 synchronisiert werden.

Mit diesem Aufbau, welcher in der japanischen Patentanmeldung KOKAI mit Veröffentlichungsnummer 9-297267 offenbart ist, wird das vertikale Synchronsignal bzw. Vertikalsynchronsignal von dem NTSC-Signal, welches von der CCD-Kamera 1 ausgegeben wird, extrahiert, die die Oberfläche der Probe abbildet, wobei das extrahierte vertikale Synchronsignal mehrfach bzw. vervielfältigt ist und das multiplizierte bzw. vervielfältigte Signal zu der Motorantriebsschaltung 4 als das Motorsteuerungssignal ausgegeben wird. Da das Signal in den entsprechenden Komponenten in eine Richtung fließt, kann eine Fluktuation in der Rotation der Scheibe, welche aufgrund der Exzentrizität der Scheibe oder der Reibung der Motorwelle vorliegt, nicht zurückgeführt bzw. zurückgegeben werden. Selbst wenn die Frequenzvervielfacherschaltung 3 und die Motorantriebsschaltung 4 die Steuerung ausführen, welche auf dem NTSC-Signal von der CCD-Kamera 1 basieren, wird der Abtastzyklus der Scheibe mit dem Bildzyklus der CCD-Kamera 1 asynchron und ein Hell/Dunkel-Streifen kann in dem Bildschirmbild vorliegen, sobald eine Fluktuation in der Rotation der Scheibe aufgrund der Exzentrizität der Scheibe oder der Reibung der Motorwelle vorliegt.

Losgelöst davon werden bei der Struktur, welche in der japanischen Patentanmeldung KOKAI, Veröffentlichungsnummer 9-80315 offenbart ist, die Abtaststarterfassungspinholes bei den anfänglichen bzw. beginnenden Punkten der Abtastspur auf der Nipkow-Scheibe 7 ausgebildet. Das Licht, welches durch die Abtaststarterfassungspinholes 14 hindurch tritt, wird erfaßt, um das Triggersignal für die Bildaufnahmevorrichtung 12 zu erzeugen. Auf der Basis des Triggersignals wird das Abbildungszeitverhalten der Bildaufnahmevorrichtung 12 geregelt und das vertikale Synchronsi-

gnal des Bildsignals wird zurückgesendet. In diesem Fall jedoch kann, falls eine Fluktuation in der Rotation der Scheibe aufgrund der Exzentrizität der Scheibe oder der Reibung der Motorwelle vorliegt, die Abtastarterfassungspinholes 14 nicht in regelmäßigen Zyklen über den photoelektrischen Umwandler bzw. Konverter 8 zur Erzeugung des Triggersignals vorbeikommen. Aufgrund dieses Verhaltens wird der Zyklus der Triggersignale, welche der Bildaufnahmeverrichtung auferlegt werden, unregelmäßig und der Zyklus des vertikalen Synchronsignals des Bildsignals, welches von der Bildaufnahmeverrichtung 12 ausgegeben wird, variiert ebenso. Konsequenterweise fangen die Bilder auf dem TV-Bildschirm an zu flackern und die Beobachtung der Probe kann nicht durchgeführt werden.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Bilderfassungsvorrichtung zu schaffen, welche die Fähigkeit hat, ein Bildschirmbild zu erhalten, welches frei von den Problemen eines ungleichmäßigen Abtastens einer Scheibe und dem Vorliegen eines Hell-/Dunkel-Streifens.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Bilderfassungsvorrichtung zu schaffen, welche in der Lage ist, ein helles Bild einer Probe zu erhalten, selbst wenn die Helligkeit der Probe gering ist.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Bilderfassungsvorrichtung bereitzustellen, welche in der Lage ist, ein Bild mit einer hohen Ausbeute bzw. Wirksamkeit bei Verwendung von Licht zu erhalten.

Die vorliegende Erfindung wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Entsprechend eines ersten Gesichtspunktes der Erfindung wird zum Lösen der obengenannten Aufgaben eine Bilderfassungsvorrichtung vorgesehen, welche aufweist:

ein Rotationsteil mit einem lichtdurchlässigen Muster; eine Rotationsantriebseinheit zum Antreiben des Rotations-teils; eine Abbildungseinheit zum Erfassen bzw. Nachweisen eines Bildes, welches durch das lichtdurchlässige Muster des Rotationsteils hindurch tritt und ein Bildsignal ausgibt, welches das nachgewiesene bzw. erfaßte Bild darstellt; ein Synchronsignalgenerator zum Erzeugen eines Synchronsignals bei einem vorgegebenen Zyklus; eine Drehzustandsabtasteinheit zum Abtasten bzw. Erfassen des Rotationszustandes des Rotationsteils und welches ein Sensorsignal ausgibt; und eine Regelschaltung zum Vergleichen des Sensorsignals und des Synchronsignals und zum Regeln der Rotationsantriebseinheit derart, daß das Sensorsignal mit dem Synchronsignal synchronisiert wird.

Gemäß eines zweiten Gesichtspunktes der vorliegenden Erfindung enthält der Synchronsignalgenerator gemäß des ersten Gesichtspunktes eine Synchronsignalextraktionsschaltung zum Extrahieren bzw. Herausnehmen des Synchronsignals von bzw. aus einem Bildsignal, welches von der Bildeinheit bzw. Abbildungseinheit ausgegeben wird.

Gemäß der ersten und zweiten Gesichtspunkte der vorliegenden Erfindung kann, selbst wenn die nicht-gleichmäßige bzw. ungleichmäßige Rotation des Rotationsteils eingetreten ist, das Sensorsignal, welches dem Rotationszustand des Rotationsteils entspricht, mit dem vertikalen Synchronsignal synchronisiert werden, welches von der Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung extrahiert wird. Dadurch kann der Abtastzyklus des Rotationsteils mit dem Bildzyklus der Bildeinheit synchronisiert werden.

Gemäß eines dritten Gesichtspunktes der vorliegenden Erfindung weist die Abbildungseinheit gemäß der ersten Ausführungsform bzw. Gesichtspunktes einen Abbildungszyklus auf, welcher auf der Basis des Synchronsignals geregelt wird, welches von dem Synchronsignalgenerator ausge-

geben wird.

Gemäß dem dritten Gesichtspunkt kann, selbst wenn die ungleichmäßige Rotation des Rotationsteils eingetreten ist, die Phase des Sensorsignals, welches dem Rotationszustand des Rotationsteils entspricht, mit der Phase des vertikalen Synchronsignals synchronisiert werden, welches von der Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung extrahiert wird. Dadurch kann der Abtastzyklus des Rotationsteils mit dem Abbildungszyklus der Abbildungseinheit bzw. Bildeinheit synchronisiert werden.

Gemäß eines vierten Gesichtspunktes der vorliegenden Erfindung weist die Bildeinheit gemäß des ersten Gesichtspunktes ferner auf:

Abbildungseinrichtungen zum individuellen Aufnehmen eines nichtkonfokalen Bildes, welches nicht durch das lichtdurchlässige Muster hindurch getreten ist, und eines Bildes, welches durch das lichtdurchlässige Muster hindurch getreten ist; und

eine differential arithmetische Recheneinheit bzw. Betriebseinheit zum Ausführen eines differential arithmetischen Vorgangs, um das Bild abzugeben bzw. herauszuziehen, welches nicht durch das lichtdurchlässige Muster hindurch getreten ist, von bzw. aus dem Bild, welches durch das lichtdurchlässige Muster hindurch getreten ist, wobei beide Bilder durch die Abbildungseinheiten erhalten wurden, wodurch ein konfokales Bild erhalten wird.

Gemäß des vierten Gesichtspunktes wird der differential arithmetische Vorgang derart ausgeführt, daß das Bild, welches nicht durch die Pinholes hindurch getreten ist, von dem Bild subtrahiert bzw. herausgezogen wird, welches durch Pinholes hindurch getreten ist. Dadurch kann ein konfokales Bild mit hoher optischer Effizienz bzw. Güte erhalten werden.

Zusätzliche Aufgaben bzw. Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung beschrieben, wobei sie teilweise aus der Beschreibung offensichtlich werden, oder durch die praktische Umsetzung der Erfindung gelehrt werden. Die Aufgaben und Vorteile der Erfindung können mittels Gerätschaften und Kombinationen, welche insbesondere hernach aufgezeigt werden, erhalten werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die hierzu gehörenden Zeichnungen, welche in die Beschreibung integriert sind und einen Teil davon bilden, demonstrieren momentan bevorzugte Ausführungen der Erfindung, und dienen zusammen mit der allgemeinen Beschreibung, welche oben dargelegt wurde, und der detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform, welche unten angegeben wird, dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern.

Fig. 1 zeigt schematisch die Struktur eines Beispiels eines konventionellen konfokalen Mikroskops;

Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau eines weiteren Beispiels des herkömmlichen konfokalen Mikroskops;

Fig. 3 zeigt schematisch den Aufbau einer Abtastscheibe, welche in dem konfokalen Mikroskop, welches in Fig. 2 gezeigt ist, verwendet wird;

Fig. 4 zeigt einen schematischen Aufbau einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 ist eine Ansicht, um das Verhältnis bzw. Beziehung zwischen der Pinhole-Scheibe und dem Photodetektorelement, welches in der ersten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird, zu beschreiben;

Fig. 6 zeigt einen schematischen Aufbau einer Phasensynchronschaltung, welche in der ersten Ausführungsform verwendet wird;

Fig. 7 ist eine Ansicht, um die Arbeitsweise bzw. Funkti-

onsweise der ersten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 8 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der ersten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 9 zeigt schematisch den Aufbau einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 zeigt schematisch den Aufbau einer Phasensynchrone Schaltung, welche in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 11 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 12 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 13 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 14 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 15 zeigt schematisch den Aufbau der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 zeigt schematisch den Aufbau einer Pinholescheibe, welche in der dritten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird;

Fig. 17 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der dritten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 18 ist eine Ansicht, um die Funktionsweise der dritten Ausführungsform zu beschreiben;

Fig. 19 zeigt schematisch den Aufbau einer Scheibe, welche in der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 20 zeigt schematisch den Aufbau einer Scheibe, welche in einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird; und

Fig. 21 zeigt schematisch den Aufbau der Scheibe, welche in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung verwendet wird.

Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nunmehr unter Heranziehung der dazugehörigen Zeichnungen beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau einer Abtastvorrichtung, welche ein Hauptbestandteil bzw. ein Hauptteil eines konfokalen Mikroskopes ist, auf welches sich die folgende Erfindung bezieht.

In Fig. 4 ist eine Pinholescheibe 21 eine Nipkow-artige Scheibe mit einer Anzahl von Löchern 211 in deren innerem Umfangsabschnitt. Die Pinholes 211 werden spiralförmig von einem inneren Umfangsabschnitt in Richtung eines äußeren Umfangsabschnitts der Scheibe angeordnet. Der äußere Umfangsabschnitt der Löcher weist eine Vielzahl von schlitzähnlichen, lichtabdeckenden Abschnitten 212 und lichtdurchlässigen Abschnitten 213 auf, welche alternativ angeordnet sind.

Die Pinholes 211 und die schlitzförmigen, lichtabdeckenden Abschnitte 212 und lichtdurchlässigen Abschnitte 213 der Pinholescheibe 21 sind durch Belegen von Chrom auf einem Scheibensubstrat, welches aus Glas gebildet ist, gebildet.

Die Pinholescheibe 21 wird auf eine Rotationswelle eines Motors 22 befestigt. Der Motor 22 wird von einem Motorantriebssteuerungssignal a von einer Motorantriebsschaltung 23 angetrieben, und somit wird die Scheibe 21 gedreht.

Das Photodetektorelement 24 ist an einer Pinholescheibe 21 vorgesehen.

Das Photodetektorelement 24 funktioniert bzw. arbeitet so, um die lichtabdeckenden Elemente 212 und lichtdurchlässigen Abschnitte 213 abzutasten, welche an dem äußeren Umfangsabschnitt der Pinholescheibe 21 gebildet werden.

Das Photodetektorelement 24 hat eine Querschnittsform einer quadratischen Klammer bzw. C-Form (J), wie in Fig. 5 gezeigt ist, so daß es einen äußeren Umfangsabschnitt der Pinholescheibe 21 grätschend umfaßt bzw. überspannt. Das Photodetektorelement 24 gibt ein Pulssignal b aus, dessen Level bzw. Pegel sich alternativ variiert, und zwar wie die Pinholescheibe 21 rotiert und die alternativ angeordneten lichtabdeckenden Abschnitte 212 und lichtdurchlässigen Abschnitte 213 über das Photodetektorelement 24 vorbeiziehen. Dieses Pulssignal b wird in eine Phasensynchrone Schaltung 25 eingegeben.

Andererseits greift eine CCD-Kamera 26 ein Beobachtungsbild einer Probe (nicht gezeigt) auf bzw. ab und gibt ein NTSC-ähnliches Bildsignal c aus, welches ein Bildschirmbild, welches auf einem Monitor (nicht gezeigt) angezeigt wird, darstellt.

Die CCD-Kamera 6 wird mit einer Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung 27 verbunden, welches einen Integrator usw. enthält. Die Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung 27 extrahiert ein Vertikalsynchronsignal aus dem Bildsignal c, welches von der CCD-Kamera 26 ausgegeben wird. Bei dieser Ausführungsform gibt zur vereinfachten Bearbeitung in nachfolgenden Stufen die Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung 27 ein Vertikalsynchronsignal d aus, welches aus Invertieren des Vertikalsynchronsignals erhalten wird, welches von dem Bildsignal c extrahiert bzw. herausgezogen wurde. Das invertierte Vertikalsynchronsignal d wird einer Phasensynchrone Schaltung 25 eingegeben.

Die Phasensynchrone Schaltung 25 empfängt das vertikale Synchronsignal d von der vertikalen Synchronsignalextraktionsschaltung 27 und das Pulssignal b von dem Photodetektorelement 24. Die Phasensynchrone Schaltung 25 gibt einen Motorantriebsregelpuls e zu der Motorantriebsschaltung 23 aus, um den Motor 22 zu regeln, wodurch die Signale d und b synchronisiert werden.

Fig. 6 zeigt eine spezifische Schaltungskonfiguration der Phasensynchrone Schaltung 25. In Fig. 6 konvertiert ein Taktgeberteil 251 das Pulssignal b, welches von dem Photodetektorelement 24 über einen Eingangsanschluß Pin eingegeben wird, in ein Pulssignal mit einer gewünschten Frequenzteilungszahl und einem gewünschten Arbeitszyklus bzw. Schaltverhältnis. Der Taktgeberteil 251 ist aus einem FPGA (Field Programmable Gate Array) aufgebaut, welcher eigenständig umgestaltet werden kann, und 16-bit Anschlüssen X, welche die Anschlüsse A0 bis A15 aufweisen, werden von einem Schalter (nicht gezeigt) geschaltet bzw. betrieben, um die Frequenzteilungszahl und den Arbeitszyklus zu bestimmen. Bei dieser Ausführungsform werden die unteren 12-bit Anschlüsse verwendet, um die Frequenzteilungszahl zu bestimmen, und die oberen 4-bit Anschlüsse werden verwendet, um das Schaltverhältnis zu bestimmen bzw. festzulegen. Beispielsweise, wenn die Anschlüsse A0 bis A11 auf 1000 in dem Dezimalsystem gesetzt werden und die Anschlüsse A12 bis A15 auf 20 in dem Dezimalsystem gesetzt werden, wird das Pulssignal b von dem Ausgangsanschluß Pout als ein Signal f mit einem Zyklus von 1000 Pulsen und einem Takt mit einem Schaltungsverhältnis von 20 : 1000 ausgegeben.

Das Signal f von dem Taktgeberteil 251 wird zu einem PLL (Phase-locked Schleife) 252 gegeben. Die PLL 252 hält die Anstiegsflanke des konvertierten Vertikalsynchronsignals d von der Vertikalsynchronsignalextraktionsschaltung 27 in Phase mit der Anstiegsflanke des Signals f von dem Taktgeberteil 251 und gibt den Motorregelpuls e mit einer geregelten Frequenz von einem Ausgangsanschluß Vcout aus. Die PLL 252 enthält einen VCO (Spannungsgeregelter Oszillator; voltage controlled oscillator), welcher durch die Register bzw. Widerstände R1 bis R3 und den

Kondensatoren C1 und C2 in Schwingung versetzt wird. Derartige Anschlüsse (Spannungsversorgungsanschlüsse) des PLL 252 und Umfangsschaltungen bzw. darum angeordnete Schaltungen, welche nicht notwendig für die Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform sind, werden in Fig. 6 nicht gezeigt.

Auf diese Weise gibt die Phasensynchronschaltung 25 die Motorregelpulse e auf die Motorantriebsschaltung 23 aus. Die Motorantriebsschaltung 23 empfängt den Motorsteuerungspuls e und erzeugt ein Motorantriebssteuerungssignal a, welches aus Vier-Phasen-Taktgeberpulsen bzw. -Taktpulsen besteht. Das Signal a wird zu dem Motor 22 ausgegeben. Basierend auf dem Signal a rotiert der Motor 22 die Pinholescheibe 21.

Die Arbeitsweise der Ausführungsform mit der obengenannten Struktur wird nun beschrieben.

Falls die Abtastvorrichtung angeschaltet wird, beginnt die CCD-Kamera 26 damit, die Probe (nicht gezeigt) abzubilden und gibt das Bildsignal c zu der Vertikalsynchronsignal-extraktionsschaltung 27 aus. Die Vertikalsynchronsignal-extraktionsschaltung 27 extrahiert das Vertikalsynchronsignal von dem Bildsignal c, invertiert das Signal c und gibt das invertierte Vertikalsynchronsignal d zu der Phasensynchronschaltung 25 aus.

In der Phasensynchronschaltung 25, welches das invertierte Vertikalsynchronsignal d empfangen hat, werden das Signal f, welches durch die Frequenzteilung des Pulssignals b von dem Photodetektorelement 24 mittels dem Taktgeber-teiler 251 und des invertierten Vertikalsynchronsignals d enthalten wird, zu der PLL 252 ausgegeben. Die PLL 252 vergleicht die Phasen der Signale b und d.

In dem Zustand, in dem der Motor 22 nicht rotiert wird und dementsprechend die Pinholescheiben 21 nicht gedreht werden, ist der Taktgeber-teiler 251 unbenutzbar bzw. funktionsunfähig bzw. nicht betriebsfähig. Somit verbleibt das Signal f an seinem L-Niveau. Die PLL 252 erhöht allmählich bzw. graduell die Frequenz des Motorregelpulses e, welche von dem Ausgangsanschluß Vout ausgegeben werden soll, um die Phasen der Anstiegsflanken des invertierten vertikalen Synchronsignals d und des Signals f zu synchronisieren. Somit gibt die PLL 252 den Puls e zu der Motorantriebsschaltung 23 aus.

Nach Erhalt der Motorsteuerungspulse e von der Phasensynchronschaltung 25, gibt die Motorantriebsschaltung 23 das Motorantriebsregelsignal a aus, welches der Vierphasentakt ist, zu dem Motor 22 auf der Basis der Frequenz des Motorregelpulses e. Der Motor 22 rotiert die Pinholescheibe 22 mit einer Geschwindigkeit, welcher der Frequenz des Motorantriebsregelsignals a entspricht.

Während die Pinholescheibe 21 rotiert wird, werden die schlitzförmigen, lichtabdeckenden Abschnitte 212 und die lichtdurchlässigen Abschnitte 213, welche an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheibe 21 vorgesehen sind, nacheinander über das Photodetektorelement 24 geführt. Das Photodetektorelement 24 empfängt Licht, welches durch die lichtdurchlässigen Abschnitte 213 hindurchgetreten ist, und gibt ein wie in Fig. 7 gezeigtes Pulssignal b aus, welches ein H-Niveau an einer Stelle aufweist, welches der lichtdurchlässigen Abschnitte 213 entspricht, und ein L-Niveau an einer Stelle, welche den lichtabdeckenden Abschnitten 212 entspricht. Wenn beispielsweise 10.000 lichtdurchlässige Abschnitte 213 an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheibe 21 ausgebildet sind, gibt das Photodetektorelement 24 ein Pulssignal b aus, welches 10.000 Pulse enthält, und zwar jedesmal, wenn die Pinholescheibe 21 eine vollständige Drehung ausführt.

Falls das Pulssignal b von dem Photodetektorelement 24 zu der Phasensynchronschaltung 25 gesendet wird, erzeugt

der Taktgeber-teiler 251 in der Phasensynchronschaltung 25 das Signal f auf der Basis einer spezifizierten Frequenzteilungszahl und Schaltungsverhältnisses. Wenn beispielsweise der Taktgeber-teiler 251 auf eine Frequenzteilungszahl von 10.000 und einem Schaltungsverhältnis von 4 : 10.000 gesetzt wird, wird das Signal f für jeden der 10.000 Pulse ausgegeben, wie in Fig. 7 gezeigt ist, wobei die Pulsbreite der H-Niveauelementen des Signals f den Viertaktpulsen entspricht.

Während die Zahl der Umläufe bzw. Umdrehungen der Pinholescheibe 21 sich erhöht, beobachtet bzw. überwacht die PLL 252 auf konstante Weise bzw. ständig das Phasenverhältnis zwischen den Anstiegsflanken des invertierten Vertikalsynchronsignals d und des Signals f. Während der Zyklus (oder Frequenz) des Signals f länger (oder kleiner) wird, als derjenige des invertierten Vertikalsynchronsignals d, setzt die PLL fort, die Frequenz des Motorsteuerungspulses e zu erhöhen. Wenn die Anstiegsflanke des invertierten vertikalen Synchronsignals d mit dem des Signals f zusammenfällt bzw. koinzidiert, das ist, wenn der vorhergehende mit dem letzteren synchronisiert wird, hält die PLL 252 die Frequenz des Motorsteuerungspulses e fest und verbleibt in diesem Zustand. Insbesondere wird der wie in Fig. 8 gezeigte Zustand, in dem die Anstiegsflanke des Signals f mit der des invertierten Synchronsignals d synchronisiert ist, beibehalten.

Wenn andererseits der Rotationszyklus der Pinholescheibe 21 kleiner wird als derjenige des invertierten Vertikalsynchronsignals d, d. h. wenn die Frequenz des Signals f größer wird, erniedrigt der PLL 252 die Frequenz des Motorsteuerungspulses e, wodurch der Rotationszyklus der Pinholescheibe 21 erniedrigt wird. Danach wiederholt die Phasensynchronschaltung 25 die gleiche Funktionssequenz, wodurch die Anzahl der Umläufe bzw. der Umdrehungen der Pinholescheibe 21 gesteuert werden und der Abtastzyklus und der Bildaufnahmezyklus der CCD-Kamera synchronisiert wird.

Ein Signal, welches den Rotationszustand der Pinholescheibe 21 darstellt, wird zu der Phasensynchronschaltung 25 – wie oben beschrieben wird – zurückgeführt bzw. zurückgegeben, und somit das invertierte Vertikalsynchronsignal d auf konstante Weise bzw. ständig mit dem Rotationszyklus der Pinholescheibe 21 synchronisiert. Dementsprechend wird der Bildaufnahmezyklus der CCD-Kamera 26 mit dem Abtastzyklus der Pinholescheibe 21 synchronisiert und ein Bildschirmbild mit hoher Qualität, welches frei von Hell-/Dunkelstreifen bzw. Randzonen ist, die durch ein nicht gleichmäßiges Abtasten der Pinholescheibe 21 vorkommen, erhalten wird.

Bei der oben beschriebenen Ausführungsform wird die Frequenzteilungszahl des Taktgeber-teiles 251 auf 10.000 gesetzt. Allerdings ist die Frequenzteilungszahl nicht darauf beschränkt und wenn sie auf mehr als 10.000 erhöht wird, beispielsweise 20.000, kann die Scheibe zweimal innerhalb der Zeitspanne eines Vertikalsynchronsignals gedreht werden. Somit wird ein Flackern bzw. Flimmern des Bildes aufgrund von abgetasteten Pinholes reduziert, wenn das Bild von dem nackten Auge beobachtet wird.

#### (Zweite Ausführungsform)

Fig. 9 zeigt einen schematischen Aufbau einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die strukturellen Elemente, welche gleich mit denjenigen in Fig. 4 sind, werden durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet.

In der vorliegenden Ausführungsform weist eine CCD-Kamera 31 einen externen Triggereingangsanschluß auf, auf den ein pulsähnliches Triggersignal g eingegeben wird. Das



Triggersignal g setzt ein Abbildungssynchronsignal in der CCD-Kamera zurück. In der CCD-Kamera 31 wird eine elektrische Ladung in der CCD (charge-coupled device) (nicht gezeigt) in einer Zeitspanne von der Eingabe eines ersten Triggersignals g zu der Eingabe eines zweiten Triggersignals g aufaddiert bzw. akkumuliert. Wenn das zweite Triggersignal g eingegeben wird, gibt die CCD-Kamera 31 ein angefordertes Bildsignal, beispielsweise zu einem TV-Bildschirm (nicht gezeigt), aus.

Ein Videokamerasynchronsignalgenerator 32 erzeugt ein Vertikalsynchronsignal h, welches notwendig zum Betreiben der Videokamera ist, und weitere Synchronsignale. Das erzeugte Vertikalsynchronsignal h wird zu einem Triggersignalgenerator 33 und einer Phasensynchronschaltung 25 eingegeben.

Der Triggersignalgenerator 33 weist eine Differentialschaltung, ein Flip-Flop, usw. auf, welche nicht gezeigt sind. Nach Erhalt bzw. Aufnahme des Vertikalsynchronsignals h erfaßt der Triggersignalgenerator 33 die Absteigs- bzw. Abfallflanke des Signals h und gibt einen Triggerpuls g zu der CCD-Kamera 31 aus.

Nach Erhalt des Vertikalsynchronsignals h von dem Videokamerasynchronsignalgenerator 32 und einem Pulssignal b von dem Photodetektorelement 24 gibt die Phasensynchronschaltung 25 einen Motorregel- bzw. steuerungspuls e zu der Motorantriebsschaltung 23 aus, um die Signale h und b zu synchronisieren.

Fig. 10 zeigt einen detaillierten Aufbau der Phasensynchronschaltung 25. Die Phasensynchronschaltung 25 in dieser Ausführungsform unterscheidet sich von der Phasensynchronschaltung 25 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, daß sie ferner einen Umwandler bzw. Inverter 253 zum Invertieren des Vertikalsynchronsignals h für die Phasensynchronisation aufweist, und zwar zusätzlich zu dem Taktgeberteil 251 und PLL 252. Die anderen strukturellen Merkmale sind mit denjenigen in Fig. 6 gleich und eine Beschreibung davon wird unterlassen.

Die Motorantriebsschaltung 23 empfängt die Motorregelpulse e von der Phasensynchronschaltung 25 und gibt ein Motorantriebsregelsignal a, basierend auf der Frequenz des Motorregelpulses e aus, und zwar als ein vierphasiges Taktsignal zum Antreiben des Motors 22. Der Motor 22 dreht die Pinholescheibe 21 mit einer Geschwindigkeit, welche der Frequenz des Motorantriebsregelsignals a entspricht.

Diese Funktionsweise dieser Ausführungsform mit dem oben beschriebenen Aufbau wird im folgenden beschrieben.

Falls die Abtastvorrichtung angeschaltet wird, führt der Videokamerasynchrongenerator 32 das Vertikalsynchronsignal h der Phasensynchronschaltung 25 und dem Triggersignalgenerator 33 zu. In der Phasensynchronschaltung 25 wird das Vertikalsynchronsignal h durch den Inverter 253 in ein Inversionssignal i invertiert bzw. umgewandelt und die PLL 252 vergleicht die Phase des Inversionssignals i mit derjenigen des Signals f, welche durch Teilen der Frequenz des Pulssignals b von dem Photodetektorelement 24 über den Taktgeberteil 252 erhalten wird.

In dem Zustand, in dem die Pinholescheibe 21 nicht gedreht wird, ist der Taktgeberteil 251 betriebsunfähig bzw. unbenutzt und das Signal f verbleibt beim L-Niveau. Zum Synchronisieren der Phasen der Anstiegsflanken der Signale i und f erhöht die PLL 252 dementsprechend die Frequenz der Motorregelpulse e, welche von dem Anschluß V<sub>cout</sub> ausgegeben werden, allmählich und führt sie zu der Motorantriebsschaltung 23 zu.

Die Motorantriebsschaltung 23, welche die Motorregelpulse e von der Phasensynchronschaltung 25 empfangen hat, erzeugt ein Motorantriebsregelsignal a als ein vierphasiges Taktsignal zum Antreiben des Motors 22, und zwar auf

der Basis der Frequenz des Motorregelpulses e. Der Motor 22 rotiert die Pinholescheiben 21 mit einer Geschwindigkeit, die der Frequenz des Motorantriebssignals a entspricht.

Während die Pinholescheibe 21 gedreht wird, werden die schlitzförmigen, lichtabdeckenden Abschnitte 212 und lichtdurchlässigen Abschnitte 213, welche an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheiben 21 vorgesehen sind, über das Photodetektorelement 24 nacheinander geführt. Das Photodetektorelement 24 empfängt Licht, welches durch die lichtdurchlässigen Abschnitte 213 hindurchgegangen ist und gibt ein wie in Fig. 11 gezeigtes Pulssignal b aus, welches ein H-Niveau an einer Stelle aufweist, welches der lichtdurchlässigen Abschnitte 213 entspricht, und ein L-Niveau an einer Stelle, welche den lichtabdeckenden Abschnitten 212 entspricht. Wenn beispielsweise 10.000 lichtdurchlässige Abschnitte 213 an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheibe 21 ausgebildet werden, gibt das Photodetektorelement 24 ein Pulssignal b aus, welches 10.000 Pulse aufweist, und zwar jedes Mal, wenn die Pinholescheibe 21 eine vollständige Umdrehung ausführt.

Falls das Pulssignal b von dem Photodetektorelement zu der Phasensynchronschaltung 25 gesendet wird, erzeugt der Taktgeberteil 251 in der Phasensynchronschaltung 25 das Signal f auf der Basis einer spezifizierten Frequenzteilungsnummer und eines Schaltungsverhältnisses. Wenn beispielsweise der Taktgeberteil 251 bei einer Frequenzteilungsanzahl von 10.000 und einem Schaltungsverhältnis von 4 : 10.000 gesetzt ist, wird das Signal f für jede 10.000 Pulse ausgegeben – wie in Fig. 10 gezeigt ist – wobei die Pulsbreite der H-Niveau Komponenten des Signals f vier Taktperioden entspricht.

Während die Anzahl der Umdrehungen bzw. Umläufe der Pinholescheibe 21 sich erhöht, überwacht die PLL 252 in konstanter Weise bzw. ständig das Verhältnis in Phase zwischen der Anstiegsflanken des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h und des Signals f. Wenn der Zyklus (oder Frequenz) des Signals f länger (oder kleiner) ist als der des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h, setzt die PLL fort, die Frequenz der Motorregelpulse e zu erhöhen. Wenn die Anstiegsflanke des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h mit derjenigen des Signals f zusammenfällt, das ist, wenn der frühere mit dem letzteren synchronisiert wird, hält der PLL 252 die Frequenz der Motorregelpulse e fest und verharrt bzw. bleibt in diesem Zustand. Insbesondere wird dieser Zustand – wie in Fig. 12 gezeigt ist – in dem die Anstiegsflanke des Signals f mit derjenigen des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h synchronisiert wird, beibehalten.

Falls der Rotationszyklus der Pinholescheibe 21 kleiner wird als derjenige des invertierten Signals i des vertikalen Synchronsignals h, das liegt vor, wenn die Frequenz des Signals f größer wird, erniedrigt der PLL 252 die Frequenz der Motorregelpulse e, wodurch die Rotationszyklen der Pinholescheibe 21 erniedrigt werden. Danach wiederholt die Phasensynchronschaltung 25 die gleiche Funktionssequenz, wodurch die Anzahl der Umdrehungen bzw. Umläufe der Pinholescheibe 21 geregelt wird und der Abtastzyklus der Pinholescheibe 21 und der Bildaufnahmezyklus der CCD-Kamera 31 synchronisiert werden.

Falls das Vertikalsynchronsignal h von dem Videokamerasynchronsignalgenerator 32 andererseits in diesem Zustand zu dem Triggersignalgenerator 33 ausgegeben wird, erfaßt der Triggersignalgenerator 33 die Anstiegsflanke des Vertikalsynchronsignals h und gibt ein Bildaufnahmetriggersignal c – wie in Fig. 13 gezeigt ist – zu der CCD-Kamera 31 aus.

Ein Funktionsablauf für diesen Fall, bei dem das Triggersignal g zu der CCD-Kamera 31 eingegeben wird, wird un-

ter Bezugnahme auf Fig. 14 beschrieben. Wenn ein Triggersignal g-1 – wie in Fig. 14 gezeigt ist – in die CCD-Kamera 31 von dem Triggersignalgenerator 33 eingegeben wird, setzt das Triggersignal g-1 die interne Synchronschaltung innerhalb der CCD-Kamera 31 zurück. Die CCD (nicht gezeigt) in der CCD-Kamera 31 beginnen mit der Bildaufnahme (Bildaufnahmeperiode A). Falls das nächste Triggersignal g-2 zu der CCD-Kamera 31 eingegeben wird, gibt die CCD-Kamera 31 ein in dem Bildaufnahmeperiode A aufgenommenes Bild als ein Bildsignal A' aus. Zur gleichen Zeit wie zur Ausgabe des Bildsignals beginnt die CCD (nicht gezeigt) erneut mit der Bildaufnahme (Bildaufnahmeperiode B). Die gleiche Funktionssequenz wird unter Heranziehung der Triggersignale g-3 und g-4 durchgeführt.

Auf diese Weise befiehlt bzw. bestimmt der Triggersignalgenerator 33 den Zeitablauf des Beginns der Bildaufnahme und die Ausgabe des Bildsignals von der CCD-Kamera 31 (Bildaufnahmeperioden A, B und C; Bildsignale A', B' und C'). Sobald das Triggersignal g eingegeben wird, um die Bildaufnahme zu starten, fährt die CCD in der CCD-Kamera 31 damit fort, die Ladung, welche dem Bild entspricht, zu akkumulieren, und zwar bis das nächste Triggersignal g eingegeben wird. Dadurch kann selbst eine Probe mit geringer Helligkeit klar abgebildet werden. Insbesondere kann die Probe mit geringer Helligkeit bzw. Leuchtdichte klar von der CCD-Kamera 31 abgebildet werden, in dem die Ausgabezyklen des Triggersignals g durch eine ganzzahlige Anzahl von Malen der Zyklen des Vertikalsynchronsignals h erhöht werden, und zwar über den Triggersignalgenerator 33.

Wie oben beschrieben wurde, kann gemäß dem Aufbau der vorliegenden Erfindung ebenso wie bei der ersten Ausführungsform der Abbildungszyklus der CCD-Kamera 31 mit dem Abtastzyklus der Pinholescheibe 21 synchronisiert werden. Dementsprechend ist es möglich, ein Hochqualitätsbildschirmbild zu erhalten, welches frei von Hell/Dunkel-Fransen bzw. Streifen aufgrund von ungleichmäßigem Abtasten der Scheibe ist. Vielmehr wird, selbst wenn die Helligkeit der Lichtquelle gering ist, der Zyklus des Triggersignals g geregelt und der Abbildungszyklus wird erhöht. Dadurch kann selbst die Probe mit geringer Helligkeit klar abgebildet werden und ein helles Bildschirmbild kann erhalten werden.

#### (Dritte Ausführungsform)

Fig. 15 zeigt einen schematischen Aufbau einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform ist ein optisches System zusätzlich zu der Abtastvorrichtung des konfokalen Mikroskops gemäß der zweiten Ausführungsform eingefügt. Die strukturellen Elemente, welche gleich mit denjenigen in Fig. 9 sind, werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In dieser Ausführungsform wird Licht von einer Lichtquelle 41, beispielsweise einer Halogenlampe usw. über einen halbdurchlässigen Spiegel 42 reflektiert, und das reflektierte Licht wird auf die Pinholescheibe 43 gestrahlt.

Fig. 16 zeigt eine detaillierte Struktur der Pinholescheibe 43. Die Pinholescheibe 43 weist einen Pinholeabschnitt 431 auf, in dem die Pinholes zufällig über einen inneren Umfangsabschnitt der Pinholescheibe 43 ausgebildet werden. Der Abstand bzw. das Intervall zwischen den Pinholes in dem Pinholeabschnitt 431 ist gleich zu dem Durchmesser eines jeden Pinholes. Dementsprechend ist die Dichte der Pinholes in dem Pinholeabschnitt 431 viel größer als diejenige einer Nipkow-Scheibe, und dadurch kann eine größere Lichtmenge von der Probe durch die Pinholescheibe 43 hindurchtreten. Ähnlich der ersten und zweiten Ausführungs-

form werden schlitzförmige lichtabdeckende Abschnitte 432 und lichtdurchlässige Abschnitte 433 am äußeren Umfangsabschnitt der Pinholescheibe 43 ausgebildet. Das Material der Pinholescheibe 43 ist das gleiche wie das der Scheibe in der ersten Ausführungsform.

Die optische Scheibe der vorliegenden Ausführungsform ist derart aufgebaut, daß Licht, welches durch die Pinholeabschnitte 431 und die Pinholescheibe 43 hindurchtritt, auf eine Probe 46 über einen halbdurchlässigen Spiegel 44 und einer Objektivlinse 45 projiziert wird. In diesem Aufbau wird eine Pinholestruktur des Pinholeabschnitts 431 durch Berechnungen so durchgeführt, daß die Probe 46 gleichmäßig von einer einzigen vollständigen Umdrehung der Pinholescheibe 43 beleuchtet wird.

Das Reflektionslicht oder Fluoreszenzlicht von der Probe 46 wird in zwei Strahlen unterteilt, einer davon geht durch den halbdurchlässigen Spiegel 44 hindurch und der andere wird von dem halbdurchlässigen Spiegel 44 reflektiert. Der Lichtstrahl, welcher durch den halbdurchlässigen Spiegel 44 hindurchtritt, tritt durch die Pinholescheibe 43, den halbdurchlässigen Spiegel 42 und der konvergierenden Linse 461 hindurch und tritt in die CCD-Kamera 47 ein. Andererseits wird der Lichtstrahl, welcher von dem Halbspiegel 44 reflektiert wird, auf eine CCD-Kamera 49 über eine konvergierende Linse 48 reflektiert.

Jede der CCD-Kameras 47 und 49 weist einen externen Triggereingangsanschluß auf, über den ein Pulstriggersignal g eingegeben wird. Falls das Triggersignal g über die CCD-Kameras 47, 49 von dem Triggersignalgenerator 33 eingegeben wird, wird das Abbildungssynchronsignal in der CCD-Kamera 47, 49 von dem Triggersignal g zurückgesetzt. In der Zeitspanne von der Eingabe des ersten Triggersignals g bis zu der Eingabe des zweiten Triggersignals g wird eine Ladung in der CCD (nicht gezeigt) in der CCD-Kamera 47, 49 akkumuliert. Falls das zweite Triggersignal g eingegeben wird, gibt die CCD-Kamera 47, 49 ein angefordertes Bildsignal k, l zu einem Computer 50 aus.

Andererseits empfängt die Phasensynchronschaltung 25 das Vertikalsynchronsignal h von dem Videokamerasynchronsignalgenerator 32 und das Pulssignal b von dem Photodetektorelement 24 und gibt die Motorregelpulse e zu der Motorantriebsschaltung 23 aus, um die Signale h und b zu synchronisieren. Die Motorantriebsschaltung 23, welche die Motorregelpulse e von der Phasensynchronschaltung 25 empfangen hat, gibt die Motorantriebsregelsignale a, basierend auf der Frequenz der Motorregelpulse e aus, und zwar als ein vierphasiges Taktsignal zum Antreiben des Motors 22. Der Motor 22 dreht die Pinholescheibe 43 mit einer Geschwindigkeit, welche der Frequenz des Motorregelantriebssignals a entspricht.

Der Triggersignalgenerator 33 weist eine Differentialschaltung, ein Flip-Flop, usw. auf, welche nicht gezeigt sind. Nach Erhalt bzw. Aufnahme des Vertikalsynchronsignals h von dem Videokamerasynchronsignalgenerator 32 erfaßt der Triggersignalgenerator 33 die Abfallflanke des Signals h und gibt den Triggerpuls g zu den CCD-Kameras 47 und 49 aus und ebenso einen Zeitablaupuls j, welcher den Zeitablauf darstellt, zu dem der Computer 50 die Bildsignale k und l von den CCD-Kameras 47 und 49 empfängt. Die Fig. 17 zeigt die Beziehungen in Phase bzw. Phasenbeziehungen zwischen den Signalen g, h, k, l und j.

Der Rechner 50 hat einen internen Speicher, welcher die Bildsignale k und l von den CCD-Kameras 47 und 49 zu einem Zeitpunkt des Bildeingabesignals j von dem Triggersignalgenerator 33 speichert. Der Rechner 50 führt einen differential arithmetischen Vorgang für zwei Bildsignale k und l aus. Ein Bildschirm 51 zeigt ein Signal m an, welches von dem Rechner 50 als ein differential arithmetisches Bild ein-

gegeben wird.

Die Funktionsweise der vorliegenden Ausführungsform wird nun beschrieben. In Fig. 18 ist zum Zweck eines besseren bzw. leichteren Verständnisses das optische System, welches in Fig. 15 gezeigt ist, entfernt.

Falls die Abtastvorrichtung angeschaltet wird, führt der Videokamerasynchronsignalgenerator 32 das Vertikalsynchronsignal h der Phasensynchronschaltung 25 und dem Triggersignalgenerator 33 zu. In der Phasensynchronschaltung 25 wird das Vertikalsynchronsignal h durch den Inverter 253 in das Inversionssignal i invertiert und die PLL 252 vergleicht die Phase des Inversionssignals i mit derjenigen des Signals f, welches durch Teilung der Frequenz des Pulssignals b von dem Photodetektorelement 24 über den Taktgeberteiler 251 erhalten wird.

In dem Zustand, in dem die Pinholescheibe 43 nicht rotiert wird, ist der Taktgeberteiler 251 betriebsunfähig und das Signal f verbleibt beim L-Niveau. Dementsprechend erhöht sich zum Synchronisieren der Phasen der Anstiegsflanken des Signals i und f der PLL 252 die Frequenz der Motorregelpulse e, welche von dem Anschluß V<sub>cout</sub> ausgegeben werden, allmählich und führt sie zu der Motorantriebsschaltung 23.

Die Motorantriebsschaltung 23, welche die Motorregelpulse e von der Phasensynchronschaltung 25 erhalten haben, erzeugt ein Motorantriebsregelsignal a als das vierphasige Taktgebersignal zum Anreiben des Motors 22, auf der Basis der Frequenz des Motorregelpulses e. Der Motor 22 dreht die Pinholescheibe 21 mit einer Geschwindigkeit, welche der Frequenz des Motorantriebssignals a entspricht.

Während die Pinholescheibe 43 gedreht wird, werden die schlitzförmigen lichtabdeckenden Abschnitte 432 und lichtdurchlässigen Abschnitte 433, welche an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheibe 43 vorgesehen ist, nacheinander über das Photodetektorelement 24 geführt. Das Photodetektorelement 24 empfängt Licht, welches durch die lichtdurchlässigen Abschnitte 433 hindurch getreten sind und gibt die Pulssignale b – wie auch in Fig. 11 gezeigt ist – aus, welches ein H-Niveau an einer Stelle aufweist, welche dem lichtdurchlässigen Abschnitt 433 entspricht, und ein L-Niveau an einer Stelle aufweist, welche dem lichtabdeckenden Abschnitt 432 entspricht. Wenn beispielsweise 10.000 lichtdurchlässige Abschnitte 433 an dem äußeren Umfangsbereich der Pinholescheibe 43 ausgebildet werden, gibt das Photodetektorelement 24 das Pulssignal b aus, welches 10.000 Pulse aufweist, und zwar jedes Mal, wenn die Pinholescheibe 43 eine vollständige Umdrehung ausführt.

Falls das Pulssignal b von dem Photodetektorelement 24 zu der Phasensynchronschaltung 25 ausgesendet wird, erzeugt der Taktgeberteiler 251 in der Phasensynchronschaltung 25 das Signal f auf der Basis einer spezifizierten Frequenzteilungszahl und eines Schaltungsverhältnisses. Wenn beispielsweise der Taktgeberteiler 241 bei einer Frequenzteilungszahl von 10.000 und einem Schaltungsverhältnis von 4 : 10.000 gesetzt ist, wird das Signal f für jede 10.000 Pulse – wie in Fig. 11 gezeigt ist – ausgegeben, wobei die Pulsbreite der H-Level-Komponenten des Signals f den vier Taktpulsen entspricht.

Während die Anzahl der Umdrehungen der Pinholescheibe 43 sich erhöht, überwacht der PLL 252 in konstanter Weise bzw. ständig das Verhältnis in Phase zwischen den Anstiegsflanken des invertierten Signals i des vertikalen Synchronsignals h und des Signals f. Während der Zyklus (oder Frequenz) des Signals f länger (oder kleiner) wird als derjenige des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h, setzt die PLL 252 damit fort, die Frequenz des Motorregelpulses e zu erhöhen. Wenn die Anstiegsflanke des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h mit der-

jenigen des Signals f zusammenfällt, das liegt vor, wenn der vorhergehende mit dem letzteren synchronisiert wird, hält die PLL 252 die Frequenz des Motorregelpulses e fest und verbleibt bzw. verharrt in diesem Zustand. Insbesondere bleibt bzw. verharrt der Zustand – wie er in Fig. 12 gezeigt ist –, bei der die Anstiegsflanke des Signals f mit derjenigen des invertierten Signals i des Vertikalsynchronsignals h synchronisiert wird, gleich.

Falls andererseits der Rotationszyklus der Pinholescheibe 43 kürzer als derjenige des invertierten Vertikalsynchronsignals i des Vertikalsynchronsignals h wird, das liegt vor, wenn die Frequenz des Signals f größer wird, erniedrigt die PLL 252 die Frequenz der Motorregelpulse e, wodurch der Rotationszyklus der Pinholescheibe 43 erniedrigt wird. Darauf folgend wiederholt die Phasensynchronschaltung 25 die gleichen Funktionssequenzen, wobei die Anzahl der Umdrehungen bzw. Umläufe der Pinholescheibe 43 geregelt wird und der Abtastzyklus und der Bildaufnahmezyklus der CCD-Kameras 47 und 49 synchronisiert sind.

Falls das vertikale Synchronsignal h von dem Videokamerasynchronsignalgenerator 32 zu dem Triggersignalgenerator 33 eingegeben wird, erfaßt in diesem Zustand der Triggersignalgenerator 33 die Abfallflanke des Vertikalsynchronsignals h – wie in Fig. 17 gezeigt ist – und gibt das Abbildungstriggersignal g zu den CCD-Kameras 47 und 49 aus und gibt ebenso das Aufnahmetriggersignal j zu dem Rechner 50 aus, wodurch dem Rechner 50 ermöglicht wird, die Bildsignale k und l aufzunehmen.

In diesem Fall, wird die interne Synchronschaltung in den CCD-Kameras 47, 49 durch das Triggersignal g-1 zurückgesetzt, welches von dem Triggersignalgenerator 33 erzeugt wird, und die CCD (nicht gezeigt) in den CCD-Kameras 47, 49 mit der Bildaufnahme beginnt (Bildaufnahmeperiode A). Falls das nächste Triggersignal g-2 in die CCD-Kameras 47 und 49 eingegeben wird, wird ein Bildsignal A', welches der Abbildungsperiode A entspricht, als ein Bildsignal k, l erzeugt. Zur gleichen Zeit beginnt die CCD-Kamera mit dem Abbilden (Abbildungsperiode B). Ferner gibt der Triggersignalgenerator 33 das Signal j an den Rechner 50 aus, wodurch der Zeitablauf vorgegeben wird, bzw. bestimmt wird, zu dem der Rechner 50 die Bildsignale k und l von den CCD-Kameras 47 und 49 erhält.

Auf diese Weise sendet der Triggersignalgenerator 33 Weisungen bzw. Befehle zu den CCD-Kameras 47, 49 und dem Rechner 50, um den Zeitablauf zur Bildaufnahme und -integration von Bildsignalen (Abbildungszeitperioden A, B und C; Bildsignale A', B' und C') zu bestimmen. Zu dem Zeitpunkt, welcher durch das Aufnahmetriggersignal j definiert wird, empfängt bzw. fängt der Rechner 50 die Bildsignale k und l von den CCD-Kameras 47 und 49 ein und speichert sie in einem Speicher (nicht gezeigt).

In diesem Fall stellt das Bildsignal k von der CCD-Kamera 47 das Bild der Probe dar, welche über die Pinholes in der Pinholescheibe 43 zurückgekehrt ist und eine konfokale Komponente und eine nicht-konfokale Komponente enthält. Andererseits stellt das Bildsignal l von der CCD-Kamera 49 das Bild der Probe dar, welche noch nicht zu den Pinholes in der Pinholescheibe 43 zurückgekehrt ist und enthält lediglich die nichtkonfokale Komponente. Der Rechner 50 bildet ein konfokales Bild durch Subtraktion bzw. Herausziehen des Bildes der CCD-Kamera 49 von bzw. aus dem Bild der CCD-Kamera 47 in dem Speicher (d. h. durch Ausführung eines differential arithmetischen Vorgangs zwischen diesen beiden Bildern) unter Verwendung eines spezifischen Koeffizienten, und gibt ein Signal m, welches das konfokale Abbild darstellt, zu dem Monitor 51 aus.

Das konfokale Bild kann dann in Echtzeit auf dem Monitor 51 angeschaut werden. Wenn zusätzlich das Triggersig-



gnal g zu den CCD-Kameras 47 und 49 ausgegeben wird, um das Abbilden zu starten, setzen die CCDs in den CCD-Kameras die Akkumulierung von Bildern fort, bis das nächste Triggersignal g eingegeben wird. Dadurch kann eine Probe, welche selbst eine geringe Helligkeit aufweist, klar abgebildet werden. Die Probe mit geringer Helligkeit kann ebenso klar abgebildet werden, indem der Triggersignalgenerator 33 verursacht, die Ausgangszyklen des Triggersignals g mit einem ganzzahligen Vielfachen der Zyklen des Vertikalsynchronsignals h zu erhöhen.

Da der Abbildungszyklus der CCD-Kamera 47 ebenso mit dem Abtastzyklus der Pinholescheibe 43 über diese Methode synchronisiert werden kann, kann ein Hochqualitäts-konfokales Bild nach der differential arithmetischen Operation bzw. Vorgangs erhalten werden, ohne das Vorhandensein von Hell/Dunkel-Fransen bzw. Randzonen aufgrund der nicht gleichmäßigen Abtastung der Scheibe. Da vielmehr die zufällige Pinholescheibe als eine Pinholescheibe 43 verwendet wird, kann das konfokale Bild mit hoher optischer Effizienz bzw. Güte erhalten werden und somit können Hochqualitätskonfokale Bilder unter der Verwendung von kostengünstigen Beleuchtungsmitteln mit geringer Beleuchtungsstärke verwendet werden.

#### (Vierte Ausführungsform)

Fig. 19 zeigt den Aufbau einer Pinholescheibe 61, welche eine Hauptkomponente eines konfokalen Mikroskops ist, auf die vorliegende Erfindung angewandt werden kann. Wie in Fig. 19 zu sehen ist, enthält die Pinholescheibe 61 einen Pinholeabschnitt 611 mit Pinholes, welche zufällig angeordnet sind, und einen Öffnungsabschnitt 612, welche einander gegenüberliegend angeordnet sind. Lichtabdeckende Abschnitte 613 und 614 werden zwischen den Pinholeabschnitten 611 und den Öffnungsabschnitten 612 ausgebildet. Eine Vielzahl von Pinholes wird zufällig über die Pinholeabschnitte 611 angeordnet. Die Anordnung der Pinholes ist derart bestimmt, daß wenn die Scheibe 61 rotiert wird und eine Probe (nicht gezeigt) durch die Pinholeabschnitte 611 der Scheibe 61 abgetastet wird, die Probe gleichmäßig mit Beleuchtungslicht beleuchtet werden kann.

Falls eine Geschwindigkeitsregelung in dieser Ausführungsform unter Verwendung der Scheibe 61 wirksam ist, wird ein konfokales Bild, welches dem Pinholeabschnitt 611 entspricht, auf ein GERADE-Feld (EVEN-field) eines Referenzbildes, welches von der CCD-Kamera erhalten wird, ausgebildet und ein helles sichtbares Feldbild, welches den Öffnungsabschnitten 612 entspricht, wird auf einem UNGERADE-Feld (ODD-field) des Bezugsbildes ausgebildet. Das konfokale Bild und das helle sichtbare Feldbild können simultan auf einem Monitor dargestellt werden, in dem ein Bildvorgang derart ausgeführt wird, daß die ODD/EVEN-Felder oder ODD/EVEN-Identifikationssignale, welche von dem Referenzbild erhalten werden, separat dargestellt werden.

#### (Weitere Ausführungsformen)

In den oben beschriebenen Ausführungsformen weist der Öffnungsabschnitt der Scheibe Pinholes auf, jedoch kann sie Linien, Strukturen bzw. Linienmuster anstelle der Pinholes aufweisen. Fig. 20 zeigt ein Muster bzw. eine Struktur einer Scheibe 71 mit einem Linienmusterabschnitt 711. Die Scheibe 71 weist den Linienmusterabschnitt 711 und einen Öffnungsabschnitt 712 auf, die so angeordnet sind, daß sie sich gegenüberliegen. Lichtabdeckende Muster 713 und 714 werden zwischen den Linienmusterabschnitt 711 und Öffnungsabschnitt 712 ausgebildet.

Die Pinholerotationsteile in den vorangehenden Ausführungsformen sind durchgängig scheibenförmige. Die Pinholerotationsteile bzw. -teile können beispielsweise ein zylindrischer, ein gürtelartiger usw. sein. Fig. 21 zeigt die Struktur eines zylindrischen Rotationsteils 81. Das Rotationsteil 81 hat einen Pinholeabschnitt 811 und einen Öffnungsabschnitt 812, welche so angeordnet sind, daß sie sich gegenüberliegen. Die lichtabdeckenden Muster 813 und 814 werden zwischen den Pinholeabschnitten 811 und Öffnungsabschnitten 812 ausgebildet.

In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird der Rotationszustand der Scheibe von dem Photosensorelement, welches an dem Umfang der Scheibe angeordnet ist, abgetastet bzw. gemessen, allerdings kann es ebenso von einem Ausgang der Rotationswelle der Scheibe oder des Antriebsmotors abgetastet werden. Das Photodetektorelement kann von einem magnetischen Sensor ersetzt werden, welcher die Fähigkeit aufweist, den Rotationszustand zu erfassen. Die vorliegende Erfindung ist anwendbar auf jegliche Art von optischen Mikroskopen, bei denen Bilder erhalten werden, in denen der Öffnungsabschnitt der Rotationsteile mit dem Rotationszustand des Rotationsteils, beispielsweise eines Zentrifugalmikroskops, synchronisiert wird, wobei eine Probenkammer zum Aufnehmen einer Probe an einem Öffnungsabschnitt der Scheibe vorgesehen ist und die CCD-Kamera ein Bild aufgreift, welches durch die Probe in der Probenkammer hindurchgegangen ist.

Erfindungsgemäß kann der Abtastzyklus des Rotationsteils mit den Pinholes mit dem Abbildungszyklus der Abbildungseinheit synchronisiert werden. Es ist somit möglich, ein Hochqualitäts-Bild zu erhalten, welches frei von Helligkeits-/Dunkelheitsfransen bzw. Hell/Dunkel-Streifen aufgrund einer nicht gleichmäßigen Abtastung des Rotationsteils ist.

Erfindungsgemäß wird ein klares konfokales Bild erhalten, selbst wenn die Beleuchtungsstärke einer Lichtquelle gering ist. Zusätzlich wird ein klares Bild einer Probe erhalten, selbst mit geringer Helligkeit, indem der Abbildungszyklus erhöht wird.

Erfindungsgemäß kann ein Hochqualitäts-konfokales Bild mit erhöhter optischer Effizienz erhalten werden, selbst wenn ein kostengünstiges Beleuchtungssystem mit geringer Beleuchtungsstärke verwendet wird.

Zusätzliche Vorteile und weitere Modifikationen werden den auf dem Gebiet tätigen Fachmännern bekannt sein. Deshalb ist die Erfindung in ihrer vollen Breite nicht auf spezifische Details und darstellende Ausführungsformen, welche gezeigt und hierin beschrieben wurden, eingeschränkt. Dementsprechend können verschiedene Modifikationen gemacht werden, ohne den Bereich des allgemeinen erfinderischen Konzepts, wie es in den abhängigen Ansprüchen und deren Äquivalenten beschrieben ist, zu verlassen.

Es wird somit eine Vorrichtung beschrieben, bei der während eine Pinholescheibe mit Pinholes gedreht wird, ein konfokales Bild einer Oberfläche einer Probe, welche durch die Pinholes hindurch getreten ist, von einer CCD-Kamera abgebildet wird. Eine Vertikalsynchronisationssignalextraktionsschaltung extrahiert ein Vertikalsynchronsignal von einem Bildsignal, welches von der CCD-Kamera ausgegeben wird. Ein Photodetektorelement erfaßt den Rotationszustand der Pinholescheibe. Eine Phasensynchronschaltung synchronisiert die Phase des Vertikalsynchronisationssignals von der Vertikalsynchronisationssignalextraktionsschaltung mit der Phase eines Sensorsignals von dem Photodetektorelement, wodurch ein Antriebsmotor zum Antreiben der Pinholescheibe geregelt wird.

## Patentansprüche

1. Bilderfassungsvorrichtung, welche aufweist,  
ein Rotationsteil (21) mit einem lichtdurchlässigen  
Muster (211);  
eine Rotationsantriebseinheit (22) zum Antreiben des  
Rotationsteils (21);  
eine erste Abbildungseinheit (26) zum Erfassen eines  
Bildes, welches durch das lichtdurchlässige Muster  
(211) des Rotationsteils (21) hindurch getreten ist, und  
ein Bildsignal, welches das erfaßte Bild darstellt, aus-  
gibt;  
einen Synchronsignalgenerator (27) zum Erzeugen ei-  
nes Synchronsignals bei einem vorbestimmten Zyklus;  
eine Rotationszustandsmeßeinheit (24) zum Messen  
des Rotationszustandes des Rotationsteils (21) und  
welches ein Sensorsignal ausgibt; und  
eine Regelschaltung (25, 23) zum Vergleichen des Sen-  
sorsignals und des Synchronsignals und zum Regeln  
der Rotationsantriebseinheit (22) derart, daß das Sen-  
sorsignal mit dem Synchronsignal synchronisiert wird.  
2. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung (25, 23)  
eine Phase, welche von dem Rotationszustand des Ro-  
tationsteils (21) erhalten wurde, mit einer Phase des  
Synchronsignals vergleicht und synchronisiert.  
3. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung (25, 23)  
einen Rotationszyklus, welcher von dem Rotationszu-  
stand des Rotationsteils (21) erhalten wird, mit einer  
Frequenz des Synchronsignals vergleicht und synchro-  
nisiert.  
4. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Synchronsignalgenera-  
tor (27) eine Synchronsignalextraktionsschaltung (27)  
zum Extrahieren des Synchronsignals von einem Bild-  
signal enthält, welche von der ersten Abbildungsein-  
heit (26) ausgegeben wird.  
5. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die erste Abbildungseinheit  
(31) einen Abbildungszyklus aufweist, welcher auf der  
Basis des Synchronsignals, welches von dem Syn-  
chronsignalgenerator (32) ausgegeben wird, geregelt  
wird.  
6. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die erste Abbildungseinheit  
(31) einen Abbildungszyklus aufweist, welcher auf der  
Basis eines Zeitablaufs bzw. Zeitpunkts geregelt wird,  
zu dem ein Triggersignal erzeugt wird, welches einen  
Ausgangszyklus aufweist, der n-mal ( $n = \text{eine natürliche Zahl}$ ) ein Zyklus des Synchronsignals ist, welcher  
von dem Synchronsignalgenerator (32) ausgegeben ist.  
7. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die erste Regelschaltung  
(31) eine Frequenz des Sensorsignals dividiert und ein  
resultierendes Signal mit dem Synchronsignal ver-  
gleicht.  
8. Abbildungsdetektionsvorrichtung gemäß Anspruch  
1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bild, welches  
durch das lichtdurchlässige Muster (211) des Rotati-  
onsteils (21) hindurch tritt, ein konfokales Bild ist.  
9. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß ferner enthalten ist  
eine zweite Abbildungseinheit (49) zur individuellen  
Aufnahme eines nicht-konfokalen Bildes, welches  
nicht durch das lichtdurchlässige Muster (211) hin-  
durch getreten ist; und  
eine differential arithmetische Funktionseinheit (50)

- zum Ausführen einer differential arithmetischen Funk-  
tion, um das Bild herauszuziehen bzw. zu subtrahieren,  
welches nicht durch das lichtdurchlässige Muster (211)  
hindurch getreten ist, von dem Bild, welches durch das  
lichtdurchlässige Muster (211) hindurch getreten ist,  
wobei beide Bilder durch die ersten und zweiten Abbil-  
dungsvorrichtungen (47, 49) erhalten werden, wodurch  
ein konfokales Bild erhalten wird.  
10. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Synchronsignal ein Ver-  
tikalsynchronsignal ist.  
11. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Synchronsignal ein  
ODD/EVEN-Identifikationssignal ist.  
12. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Rotationsteil (21) eine  
Rotationsscheibe ist.  
13. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das lichtdurchlässige Mu-  
ster (211) ein Pinhole-Muster ist.  
14. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das lichtdurchlässige Mu-  
ster (711) ein Linienmuster ist.  
15. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Rotationsteil ein zylind-  
risches Rotationsteil (81) mit dem lichtdurchlässigen  
Muster (811) auf dessen äußerer Umfangsoberfläche  
ist.  
16. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das lichtdurchlässige Mu-  
ster ein Pinhole-Muster mit Pinholes ist, welche zufäl-  
lig über das Rotationsteil (43) angeordnet sind.  
17. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Rotationsteil (21) eine  
Rotationsscheibe ist und das lichtdurchlässige Muster  
(211) eine Vielzahl von Pinhole-Mustern mit Pinholes  
aufweist, welche spiralförmig von einem inneren Um-  
fangsabschnitt in Richtung eines äußeren Umfangsab-  
schnitts der Rotationsscheibe (21) angeordnet sind.  
18. Bilderfassungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Rotationsteil (21) eine  
Rotationsscheibe ist und das lichtdurchlässige Muster  
in einen ersten Bereich (611) und einen zweiten Be-  
reich (612) unterteilt ist, welche in Bezug auf die Zen-  
tralachse der Rotationsscheibe gegenüberliegend ange-  
ordnet sind, jede der ersten und zweiten Bereiche (611,  
612) jeweils Endabschnitte aufweisen, welche an licht-  
abdeckenden Mustern (613, 614) angrenzen, wobei der  
erste Bereich (611) ein Bereich ist, welcher mit einer  
Vielzahl von Miniaturlöchern versehen ist, welche in  
der Lage sind, Licht hindurch treten zu lassen, und der  
zweite Bereich (612) ein Bereich ist, welcher Licht hin-  
durch läßt.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

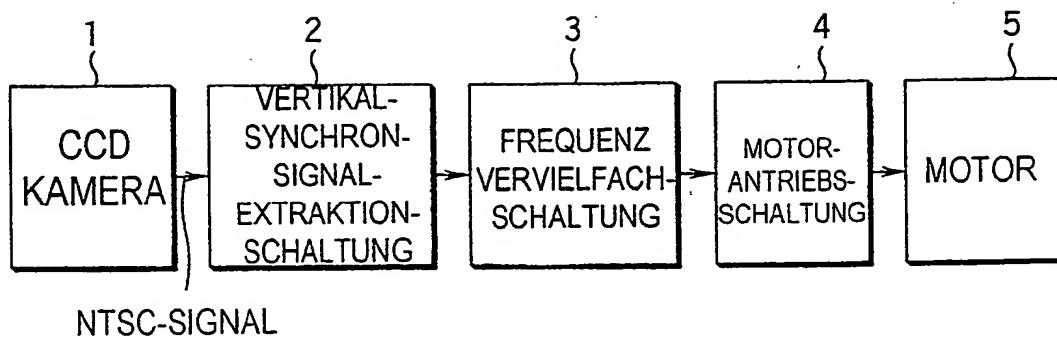


FIG.: 1 STAND DER TECHNIK

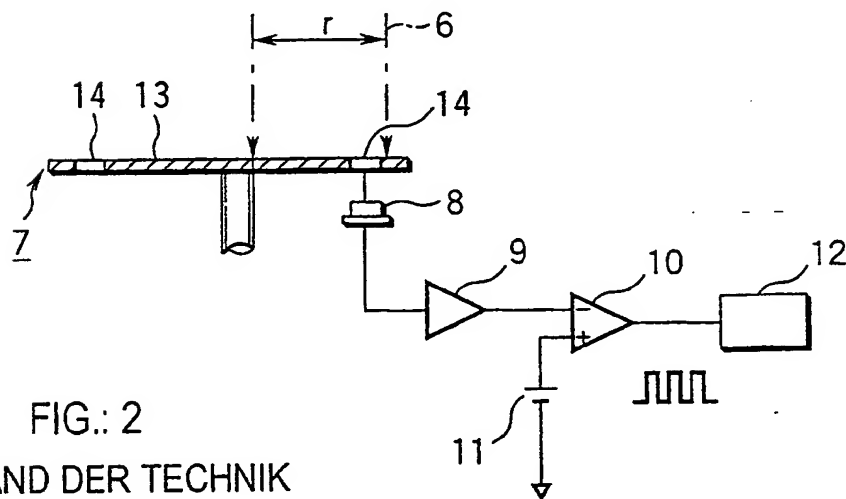


FIG.: 2  
STAND DER TECHNIK

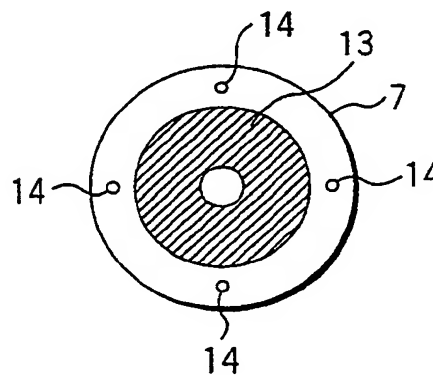


FIG.: 3  
STAND DER TECHNIK

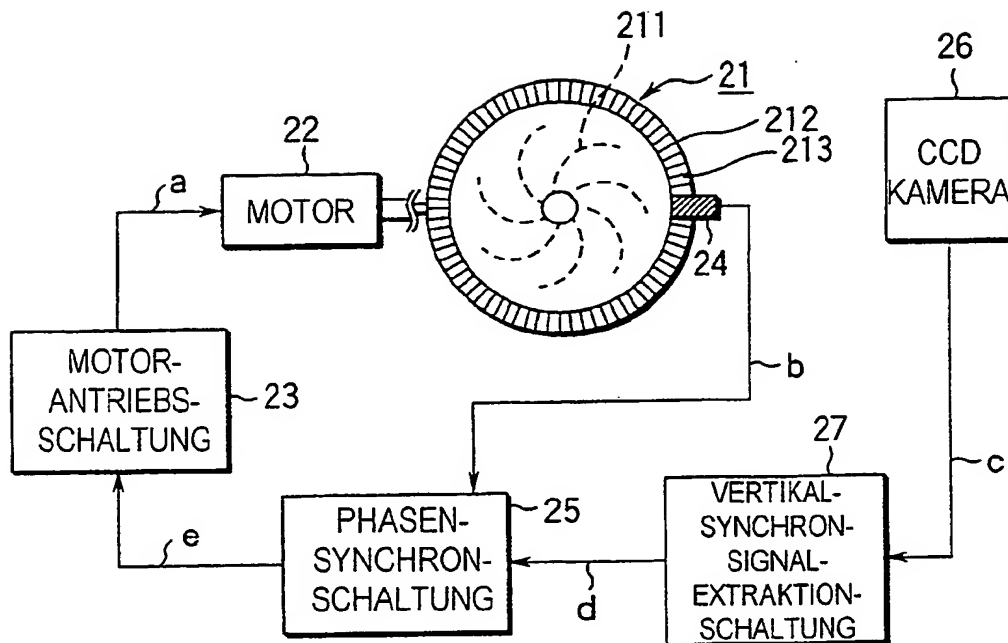


FIG.: 4

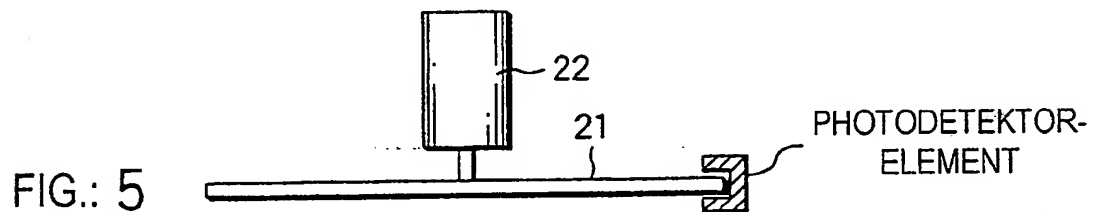


FIG.: 5

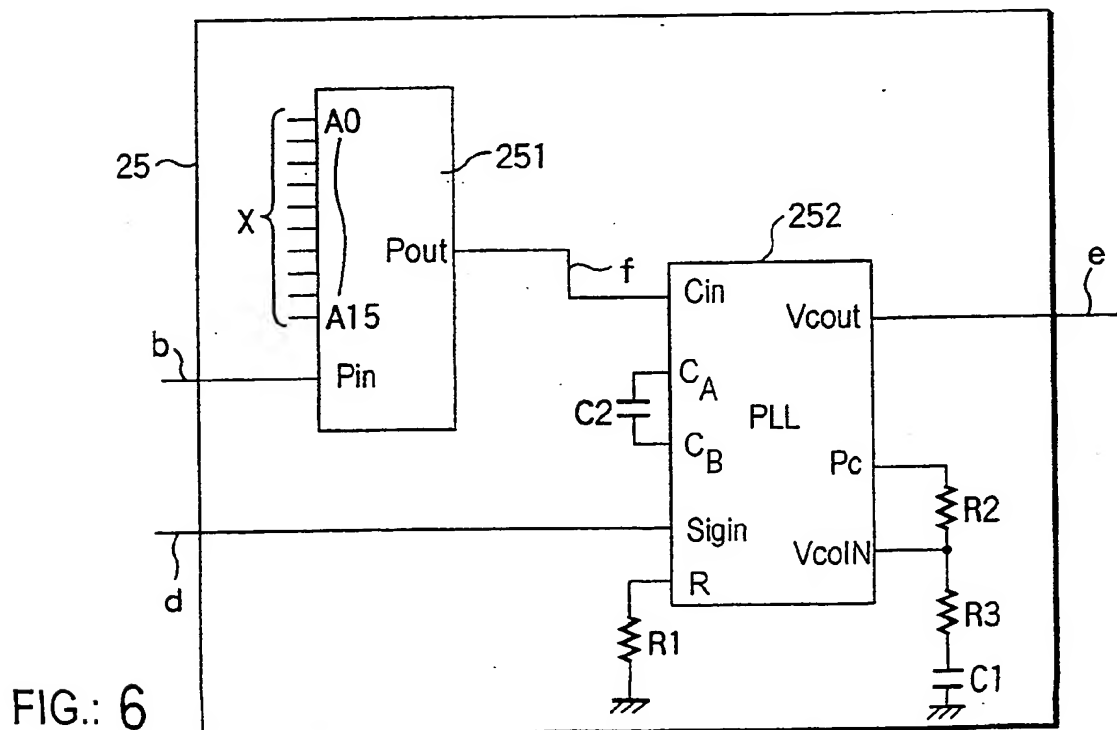
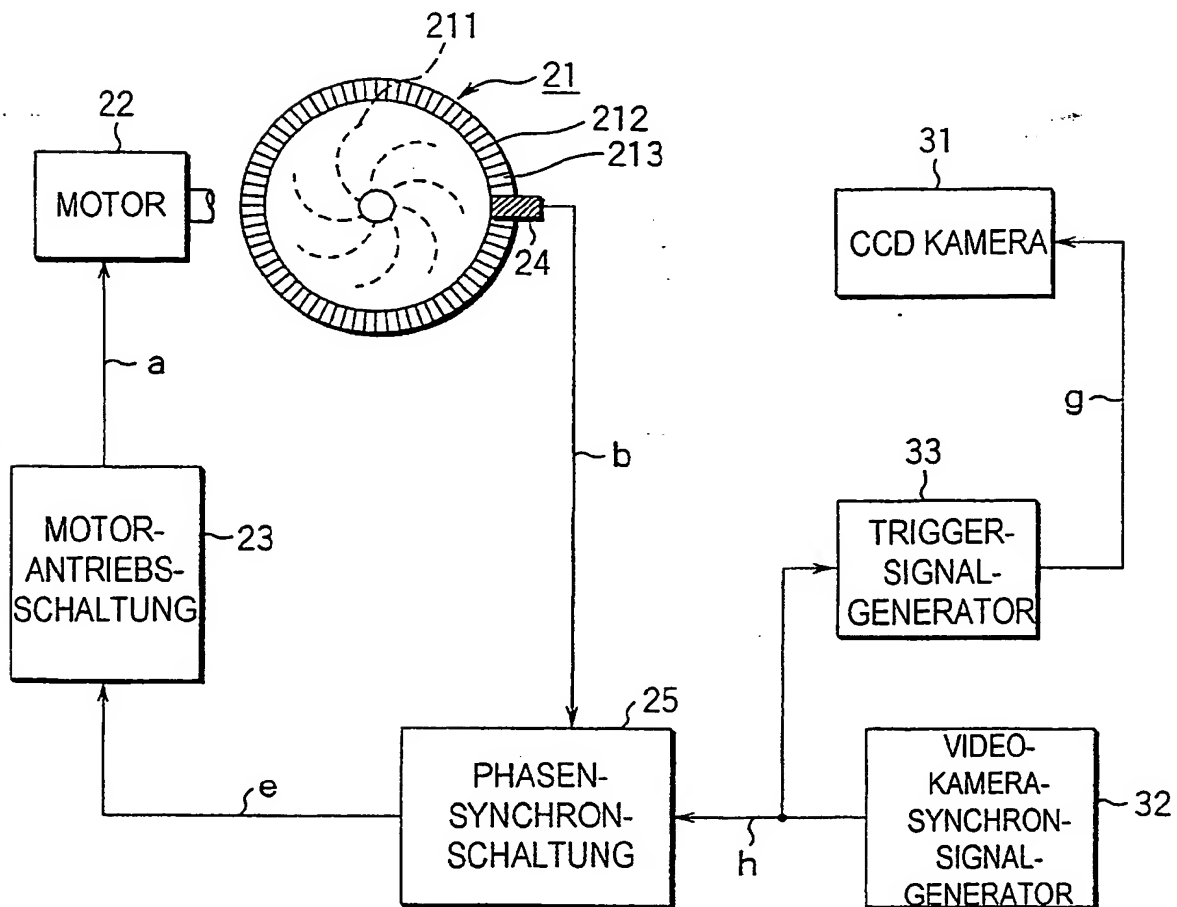
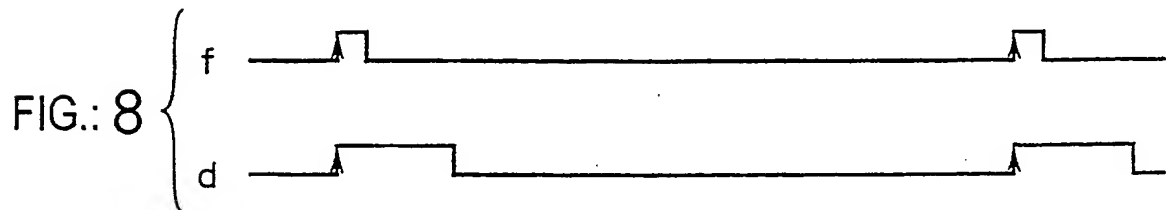
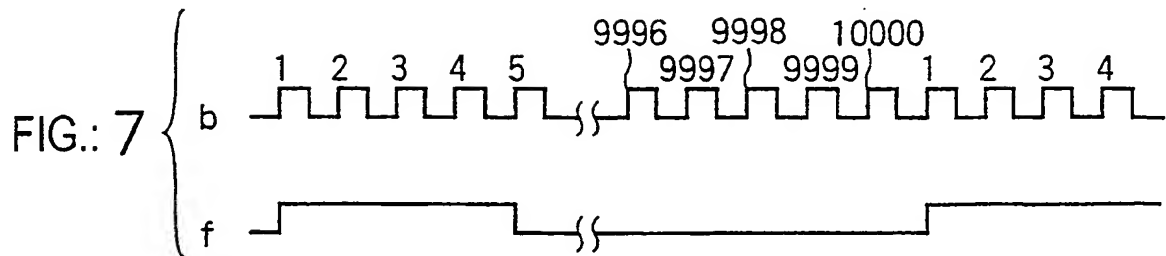
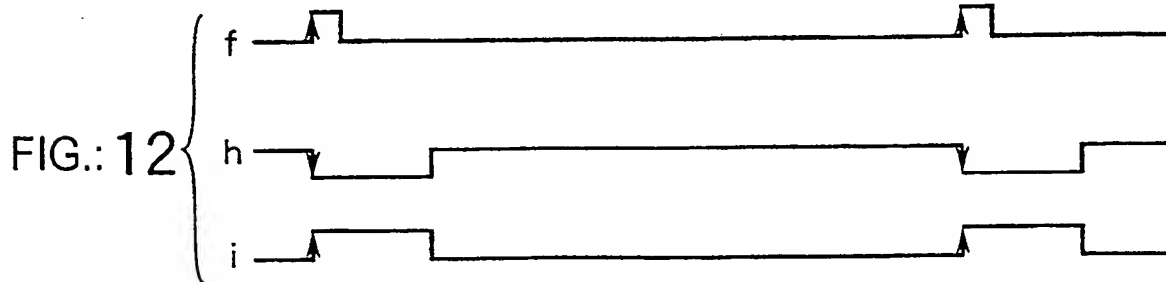
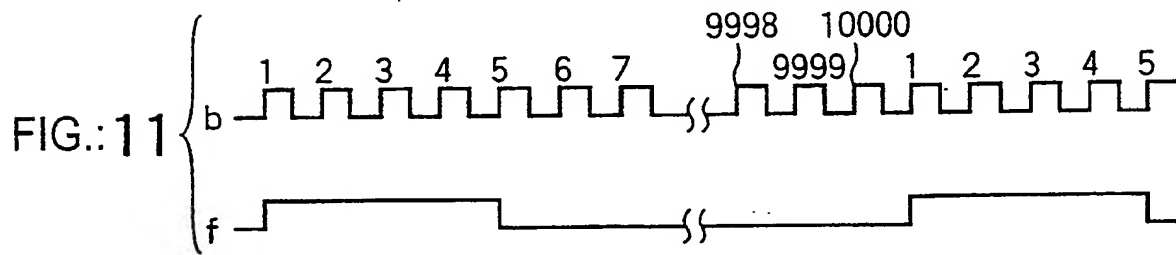
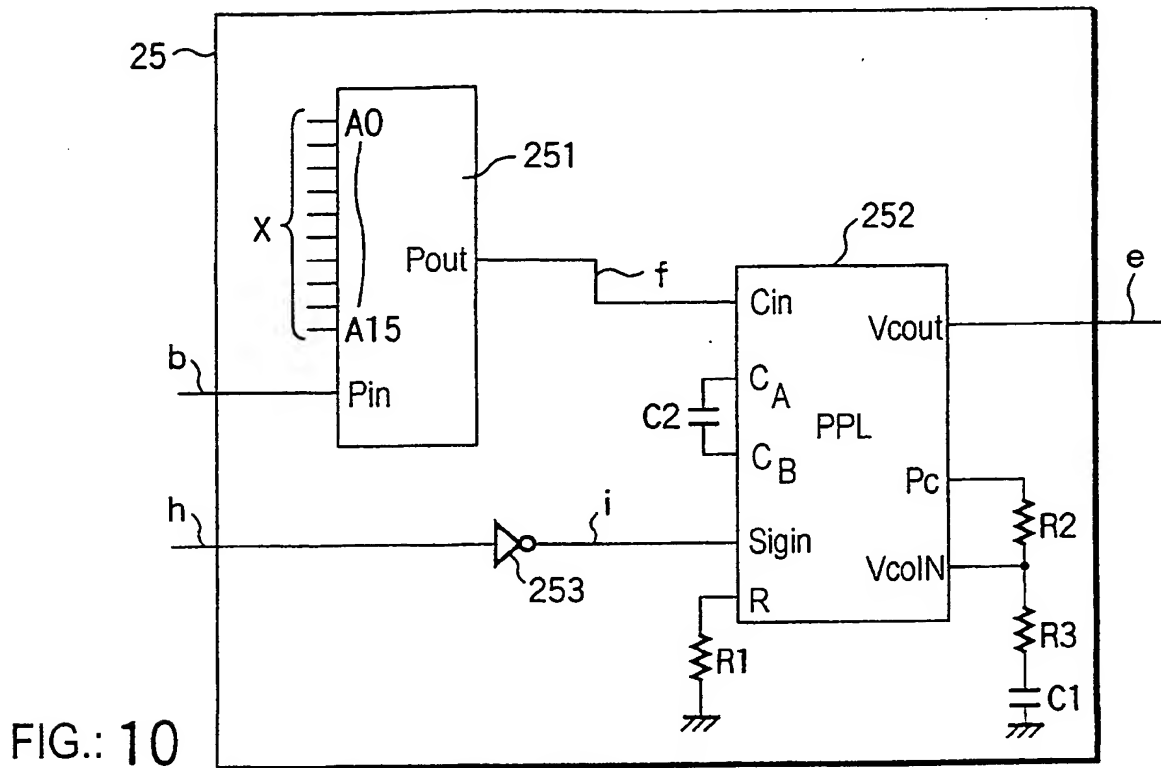


FIG.: 6







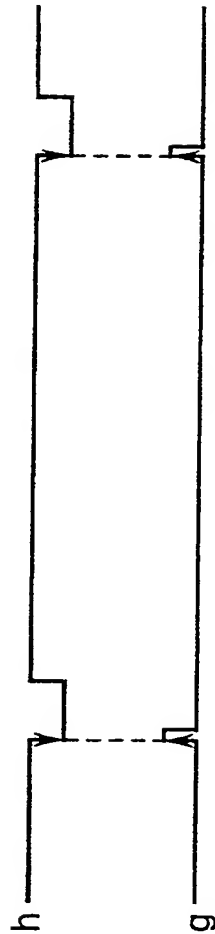


FIG.: 13

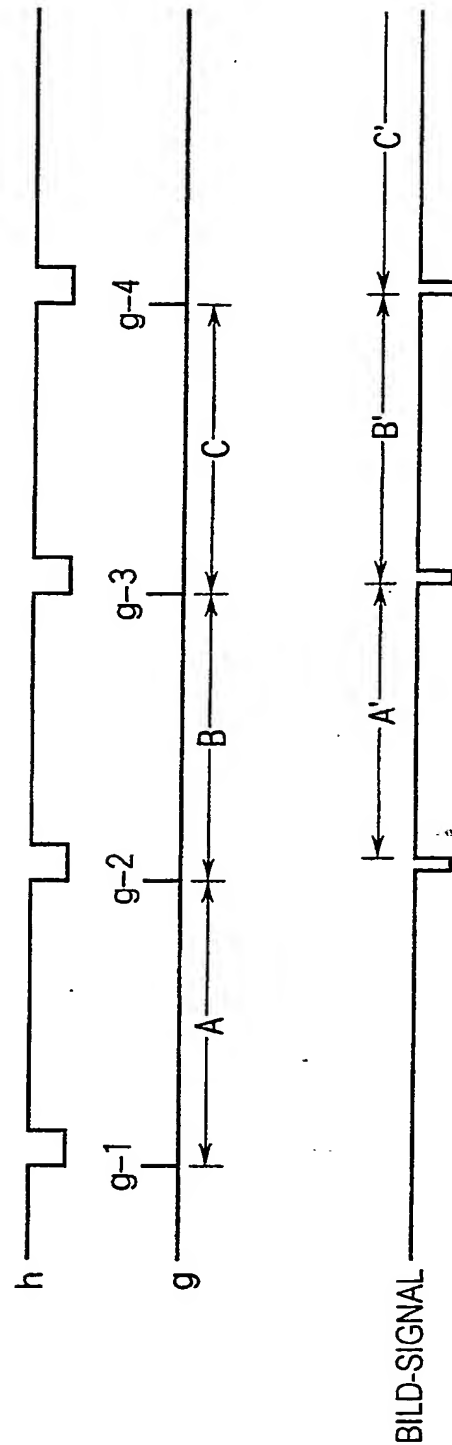


FIG.: 14

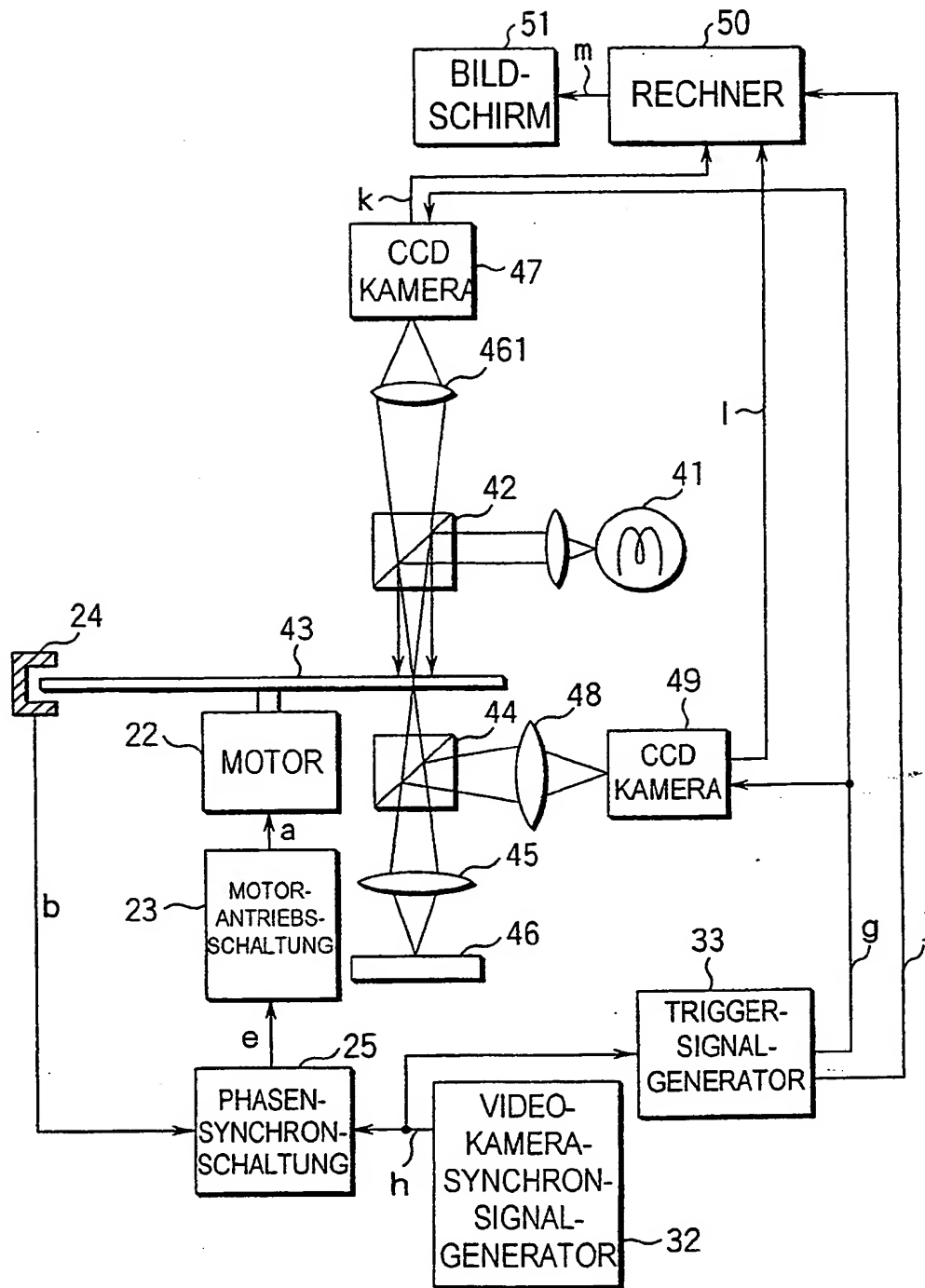


FIG.: 15

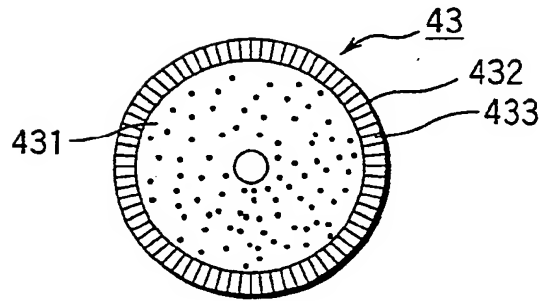


FIG.: 16

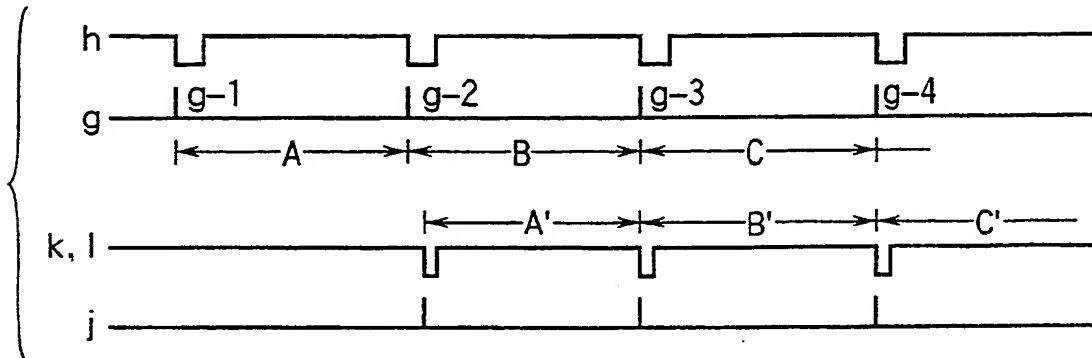


FIG.: 17

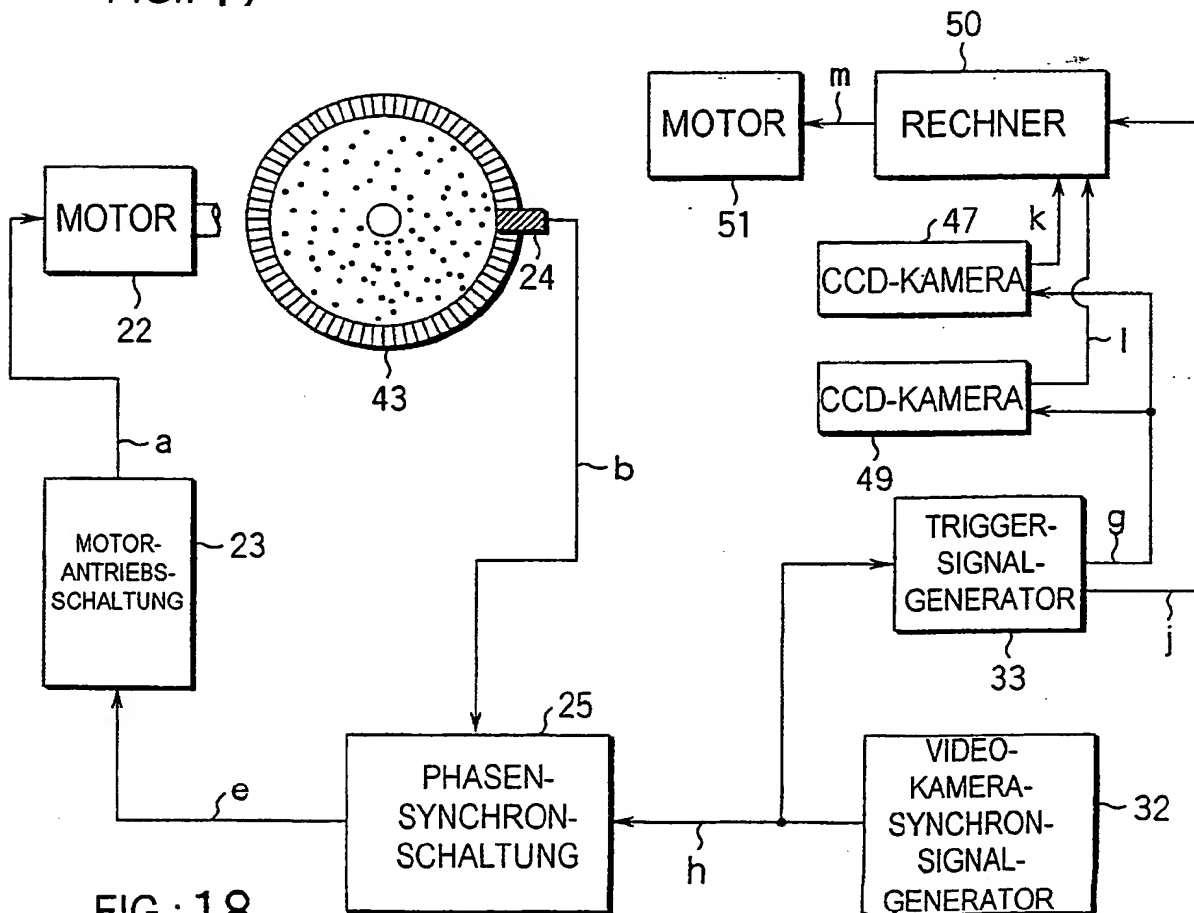


FIG.: 18

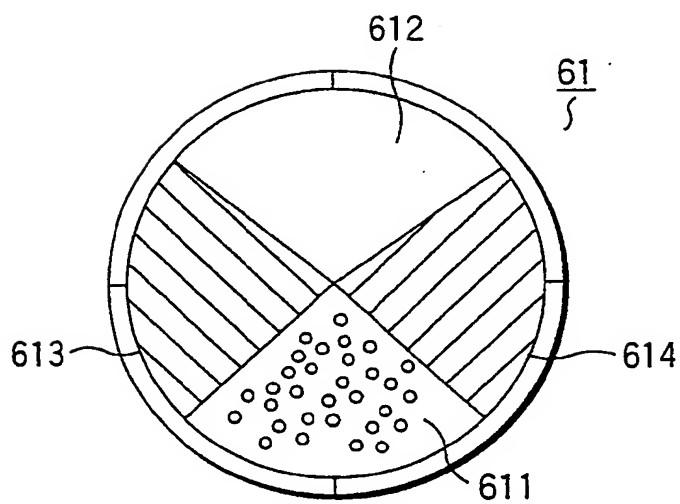


FIG.: 19

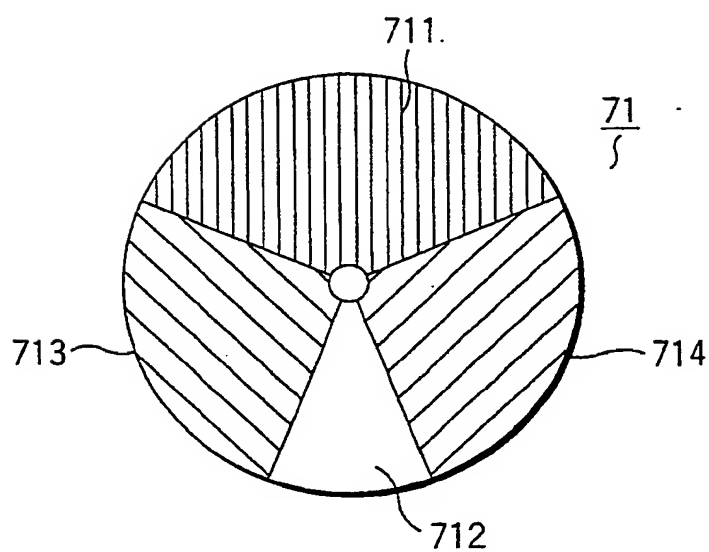


FIG.: 20



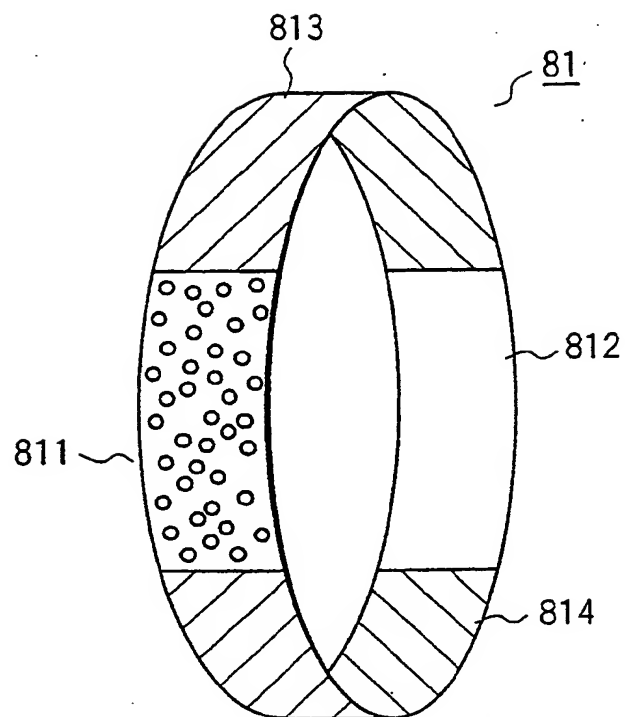


FIG.: 21